

УДК 530.145.1 : 101

К ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

А. В. Тягло

д-р филос. наук, профессор

г. Харьков, Украина

В общем контексте проблемы недооценки социально-гуманитарной мысли профессионалами различных областей науки и техники обсуждается пример интерпретации квантовой механики. Аргументирована перспектива формирования этой интерпретации с учетом квантовой концепции целостности как особенного воплощения рационального холизма.

Ключевые слова: *интерпретация квантовой механики, квантовая концепция целостности, рациональный холизм.*

Tiaglo A. V. On the Interpretation of Quantum Mechanics

Example of interpretation of quantum mechanics is discussed in the general context of problem of underestimation of social and humanitarian thought by professionals in various fields of science and technology. Perspective of formation of this interpretation taking into account the quantum conception of wholeness as some special embodiment of rational holism is argued.

Key words: *interpretation of quantum mechanics, quantum conception of wholeness, rational holism.*

1. Постановка проблемы

Почему значительная часть профессионалов, представляющих различные области науки и техники все еще, мягко говоря, недооценивает социально-гуманитарную мысль, прежде всего – философскую? Почему типичная администрация технического, аграрного или – практически то же самое – юридического вуза воспринимает соответствующие учебные дисциплины как некий внешний довесок, при первой же возможности перераспределяя «часы» в пользу тех или иных «профилирующих дисциплин»? Ответы эти и подобные им вопросы следует искать как в истории человеческого познания и образования, так и в современности, как в специфике миссии философии, так и конкретных наук... Кроме того, нельзя не признать, что в нашей стране недоброжелательное отношение ряда «узких профессионалов» к социально-гуманитарным

студиям усугубляется тем, что в недавнем советском прошлом они, будучи ближайшей имплементацией базового для всех «исторического и диалектического материализма», играли роль «идеологического Цербера», иногда – с фатальными последствиями не только для отдельных ученых, но и целых научных направлений (в этой связи достаточно вспомнить историю советской генетики и ее лидера – Николая Ивановича Вавилова [1, с. 120-127]).

Не входя сейчас в многосложный анализ причин сохраняющейся в первой четверти XXI столетия проблемной ситуации, далее попытаюсь проиллюстрировать конкретным примером одну достаточно простую идею относительно пути ее преодоления: философия, родственные ей исследования и соответствующие учебные дисциплины должны окончательно отказаться от претензии на прямо восходящий то ли к Абсолютной Идее, то ли к «трудам классиков марксизма-ленинизма» базовый статус первородных отпрысков Истины, «высшим указаниям» которых обязаны безропотно следовать все «низшие». Не отказываясь от своей собственной специфики, философия и иже с ней должны проявлять уважение и творческое внимание к *нетривиальной специфике* тех областей науки и техники, относительно *реального состояния* которых осуществляется исследовательская рефлексия или образовательный процесс. Эта специфика не сводится к «области приложения» якобы добытых философской мыслью самой по себе истин, она пронизывает постановку актуальных задач, выбор методов исследования и критериев оценки результатов, преподавание и т. д. – в духе, например, «науки Моды 2» (см. подробнее, напр., [2]).

Богатый материал для примера философской активности такого рода предоставляет *проблема интерпретации квантовой механики*.

2. О квантовой концепции целостности

Более столетия поисков, в которых участвовали едва ли не все лучшие физики XX века, не смогли до конца примирить научное сообщество со странностями квантового мира. В этой связи сошлюсь, в частности, на стенограмму лекции лауреата Нобелевской премии по физике Дэвида Гросса «Век квантовой механики», прочитанной в Москве 7 декабря 2012 года.

«Имеет ли все-таки смысл квантовая механика? Квантовая механика – не легкая наука. Многие люди не до конца ее понимают, даже физики, которые ее используют в своей каждодневной работе. В основном нам не нужно беспокоиться о физике, о философии квантовой механики. Принцип, которым руководствуется большинство физиков: “Заткнись и считай”. Ты говоришь мне, что я беспокоюсь об этом коте, жив он или мертв, или он не совсем жив... Не беспокойся об этом – заткнись и считай. И это работает. Это работает прекрасно. Этот подход работает», – уверенно констатировал Гросс. И разъяснил далее: «Но что является сложным для понимания большинством из нас, в частности квантовой механики, это то, что человек может описать реальность многими путями. Это нормально. Мы можем это понять. Классически это также можно понять. Но мы можем ее объяснять также многими несопоставимыми путями. У нас есть много различных путей, как можно описать физические системы или иные экспериментальные установки для измерения квантовых систем, которые не совместимы друг с другом. И это является элементом нашего описания реальности, управляемой квантовой механикой. И это Эйнштейн не мог принять... У меня нет времени, чтобы пояснять все это в деталях, но это то, что беспокоило Эйнштейна и многих моих коллег» [3].

Беспокойство в духе Эйнштейна до сих пор не покидает некоторых профессионалов, не соглашающихся просто «заткнуться и считать». Об этом свидетельствует, например, позиция современного теоретика Ли Смолина, представленная в его книге 2006 года «Беспокойства с физикой: взлет теории струн, упадок науки и что за этим следует». Среди пяти «великих проблем теоретической физики» второй после проблемы квантовой гравитации Смолин называет проблему оснований квантовой механики. Он предвидит «решение проблемы оснований квантовой

механики либо путем придания смысла теории в ее существующем виде, либо путем изобретения новой теории, имеющей смысл» [4, р. 8].

Сегодня все еще не представляется возможным дать полное описание надлежащих нововведений. Обращусь только к одной, но, как представляется, ключевой инновации, которая состоит в необходимости последовательного теоретического отражения *квантовой целостности*.

В интеллектуальной истории XX века разработка темы целостности ассоциируется, прежде всего, с холизмом в духе О. Шпанна или с органицизмом А. Н. Уайтхеда. Но на развитие *квантовой концепции целостности* такого рода построения не оказали сколько-нибудь заметного влияния. Она получила исходное обоснование в трудах Н. Бора, П. А. М. Дирака, В. А. Фока, Д. Боме, А. Д. Александрова и некоторых других ученых, однако все еще находится в состоянии становления. Осознание этого факта стимулировало меня к выполнению в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века ряда работ, нашедших некое завершение в диссертационном исследовании «Философско-методологические основания квантовой концепции целостности»¹. Опираясь на полученные результаты [5], [6], можно утверждать следующее.

1. Холизм «линии Бора», первоначально имевший прагматическую и феноменологическую окраску, не остается неизменным. В рамках постборовской фазы копенгагенской интерпретации он эволюционирует в направлении реалистического содержания и «микроскопической» (аналитической) формы.

Аналитическая традиция классического естествознания, прямым преемником которой в теории квантового мира стала концепция скрытых параметров, также изменяется. Этот процесс, как показывает изучение репрезентативной «темы Белла», связан с ассимиляцией существенных элементов боровского холизма.

Аналитической традиции, так сказать, в чистом виде соответствовало мировоззрение и методологическая позиция Альберта Эйнштейна, хотя он и не был приверженцем скрытых параметров. Сейчас проведу лишь одно соответствующее утверждение этого крупнейшего физика XX столетия, прямо связанное с формулировкой ЭПР-парадокса: «Характерным для... физических объектов является... то, что они мыслятся распределенными некоторым образом в пространственно-временном континууме. Существенным для этого распределения вводимых в физику объектов является требование существования вещей в некоторый определенный момент времени независимо друг от друга, поскольку они “находятся в разных частях пространства”. Без признания этой независимости существования (“бытия как такового”) пространственно отделенных друг от друга объектов, которая берет свое начало от обыденного мышления, – специально подчеркнул ученый, – было бы невозможно физическое мышление в привычном для нас смысле» [7, с. 613].

2. Встречное движение альтернативных в начале позиций не случайно. В наиболее глубоком смысле оно на квантовофизическом материале обнаруживает недостаточность представления мира как абсолютного единого, с одной стороны, а с другой – как поддающегося исчерпывающему анализу множества, многого. Ограниченность этих крайних позиций требует для своего преодоления или обогащения утверждения фундаментальности единого за счет его соотношения с многим, или обогащения утверждения фундаментальности многого за счет его соотношения с единым.

Второй путь более естественен в смысле преемственности классической аналитической традиции научного познания. Но вступая на него, нужно вводить некие, если использовать термин Эйнштейна, «телепатические» взаимосвязи элементов реальности, которая не исчерпывается их

¹ В этих студиях первостепенное влияние на меня оказали идеи и результаты специалистов в области философии науки – И. С. Алексеева, В. И. Аршинова, И. З. Цехмистро, а также И. А. Акчурина.

множеством (типа квантовой связи в ЭПР-системах). Устранение мистической окраски такого рода инноваций может потребовать выхода за границы стандартных представлений о пространстве-времени с учетом, прежде всего, известной идеи о зависимости объяснения наблюдаемых физических эффектов от выбора базисных топологических структур.

3. Холистское и аналитическое направления теоретических исследований взаимодействуют и дополняют друг друга. Вполне это проявляется в плодотворной экспансии «темы Белла» из собственной для нее области скрытых параметров в область копенгагенской интерпретации квантовой механики. Таким образом вырабатываются общие формы и методы мышления целостности, которые на уровне физической теории представлены контекстуальностью значений наблюдаемых величин или нелокальностью связей составляющих сложных квантовых систем. На уровне методологии они представлены, в первую очередь, квантовым анализом и синтезом.

4. Философско-методологические основания квантовой концепции целостности не исчерпываются особенной холистской позицией, введенной в физику Бором. Именно выявление инвариантов описания феномена целостности, наличных в качественно различающихся взглядах на природу реальности, подтверждает его действительность и составляет релевантное основание дальнейшей разработки квантовой концепции целостности.

5. Семантическая интерпретация обменных интегралов состоит в том, что они суть специфические поправки «на целостность» в выражениях энергии сложных квантовых систем¹. Но существует и более эффективное средство отражения целостности: таковым является многоконфигурационный подход, предложенный в начале 50-х годов.

В системе, составленной из множества электронов, *обменное взаимодействие* «появляется» тогда, когда волновая функция системы записывается не как произведение волновых функций $\psi_i(\mathbf{j})$ отдельных i электронов, каждый из которых находится в одном определенном состоянии \mathbf{j} , а в виде слэтеровского детерминанта S . В простейшем случае двухэлектронной системы имеем:

$$S = \begin{vmatrix} \psi_1(1) & \psi_1(2) \\ \psi_2(1) & \psi_2(2) \end{vmatrix}$$

Тогда оказывается, что как бы каждый электрон одновременно находится в двух разных состояниях, почти уподобляясь Господу. Но скорее, согласно А. Д. Александрову, «в многоэлектронных системах электроны не имеют отдельных состояний, а входят в общее состояние системы, и при этом совершенно симметрично. Они просто не существуют как индивидуальные, хотя бы и тесно взаимодействующие объекты» [8, с. 338]. Иначе говоря, система *не состоит из* отдельных электронов, из которых она *была составлена*, а слэтеровский детерминант и обменные интегралы удачно схватывают возникшую целостность. Такое описание дает более точное значение энергии системы, однако и оно имеет приближенный характер. Еще более точное приближение получается при представлении волновой функции системы в виде комбинации ряда возможных S_k . Если в предшествующем приближении как бы каждый электрон оказывался «размазанным внутри» одной конфигурации системы, то теперь как бы он «размазывается» по \mathbf{k} конфигурациям. Автор такого *многоконфигурационного приближения* А. П. Юцис отмечал, что здесь реализуется «случай, подобный энергии обменного типа, которая, отдельно взятая, никакого физического смысла не имеет» [9, с. 34].

Следовательно, обменные интегралы и родственны им выражения, появляющиеся в многоконфигурационном приближении, позволяют более точно описать многоэлектронные системы по сравнению с их представлением как множества отдельных электронов: это суть поправки «на целостность», призванные компенсировать грубость устоявшегося представления

¹ Эта интерпретационная гипотеза была сформулирована мною совместно с И. З. Цехмистро.

мира как многого и аналитической методологии познания.

Многоконфигурационное приближение, как и боровская дополнительность, является средствами описания квантовой целостности. Однако если дополнительность схватывает целостность квантовых явлений, то многоконфигурационное приближение – целостность квантовых систем «самих по себе», вне экспериментальной ситуации.

6. Нильс Бор считал, что дополнительность имеет силу не только в квантовой физике. «Так, – писал он, – цельность живых организмов и характеристики людей, обладающих сознанием, а также человеческих культур представляют черты, отображение которых требует типично дополнительного способа описания» [10, с. 532]. Разумно полагать, что учет обменного взаимодействия и многоконфигурационного приближения, будучи родственными концепции дополнительности – способу описания нетривиальной целостности, также имеет силу и вне физики. В качестве подтверждения этого предположения сошлюсь на многосложность, или, в актуальных терминах, вариативную многоконфигурационность представления развитого человеческого «я», блестяще схваченную в художественных произведениях Германа Гессе (напр., [11, с. 429-430]).

7. Распространение аналитической традиции на мир квантов сталкивается с существенными трудностями. Однако и интенция отказа от этой традиции наталкивается на глубокую ее укорененность в здравом смысле и естественном языке, в конце концов – в повседневном опыте земного человека, который нельзя изменить «за одну ночь». Все это хорошо понимал Нильс Бор. Дополнительность, указывал он, «позволяет, с одной стороны, охватить характерную для квантовых процессов черту неделимости и, с другой стороны, разъяснить существующие в этой области особенности постановки задачи наблюдения. Для этого решающим является признание следующего основного положения: *как бы далеко не выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий*» [12, с. 406].

3. Короткие выводы

Мир связанных извне «с помощью веревок и сил» отдельных тел, где квант действия несущественен и обуславливаемые им эффекты пренебрежительно малы, пока что остается для человеческих существ «очень родным и близким». До тех пор, пока наличная ситуация будет сохраняться, ученые люди будут вынуждены изыскивать и практиковать «непонятные» инструменты компенсации грубости аналитической методологии познания квантовой реальности и соответствующего способа выражения – концепцию дополнительности, обменные интегралы, нелокальные скрытые параметры, «телепатические связи» и т. д., и т. п. Вызываемое непониманием действительной природы этих инструментов беспокойство или надежды обойтись без них преодолеваются через принятие и использование квантовой концепции целостности – одного из современных воплощений *рационального холизма*. Согласно этой позиции, во-первых, целостность реальна как для экспериментальных ситуаций, так и для квантовых систем «самих по себе». Во-вторых, целостность поддается рациональному познанию, хотя это и требует качественного развития мировоззрения и научно-философской методологии, выходящего за рамки устоявшихся путей познания привычного для земного человека мира.

Дальнейшее обсуждение интерпретации квантовой механики, явно лежащее на пересечении современной физики и философии, способно привести не только к развитию физической науки или рационального холизма, но и способствовать широкому осознанию ценности социально-гуманитарной мысли – как действующими профессионалами в области науки и техники, так и «теми, кто только учится».

Литература

1. Грэхэм Л. Р. Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе. Москва: Политиздат, 1991. 480 с.
2. Тягло А. В. Наука Моды 2? // Знання. Освіта. Освіченість. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 28-29 вересня 2016 р. Вінниця: ВНТУ, 2016. С. 49-52.
3. Гросс Д. Век квантовой механики. 7 декабря 2012 года. URL: <http://digitaloctober.ru/player/content/58>.
4. Smolin L. The Troubles with Physics. The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next. Boston, New York: Houghton Mifflin Company, 2006. 392 p.
5. Тягло А. В. Философско-методологические основания квантовой концепции целостности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора философских наук. Москва: ИФ АН СССР, 1991. 40 с.
6. Тягло А. В. Рациональный холизм. Сборник избранных работ (1976-2003). Харьков: Центр Образовательных инициатив, 2003. 180 с.
7. Эйнштейн А. Квантовая механика и действительность // Эйнштейн А. Собрание научных трудов: в 4-х т. Т. III. Работы по кинетической теории излучения и основам квантовой механики. 1901-1955. Москва: Издательство «Наука», 1966. С. 612-616.
8. Александров А. Д. Связь и причинность в квантовой области // Современный детерминизм. Законы природы. Москва: Мысль, 1973. С. 335-365.
9. Юцис А. П. О многоэлектронном приближении и его дальнейшем развитии // А. П. Юцис. Теория многоэлектронных атомов: Избранные труды. Вильнюс: Мокслас, 1978. 240 с.
10. Бор Н. Квантовая физика и философия // Бор Н. Избранные научные труды. В 2-х т. Т. II. Статьи. 1925-1961. Москва: Издательство «Наука», 1971. С. 526-532.
11. Гессе Г. Сиддхартха / Гессе Г. // Собрание сочинений: в 4-х т. Т. 1: Повести, сказки, легенды, притчи. СПб.: Северо-Запад, 1994. С. 324-431.
12. Бор Н. Дискуссия с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике // Бор Н. Избранные научные труды. В 2-х т. Т. II. Статьи 1925-1961. Москва: Издательство «Наука», 1971. С. 399-433.